

## **ANALISIS PENERAPAN LUBANG RESAPAN BIOPORI UNTUK MENGURANGI LIMPASAN PADA DESA TEMPURAN KECAMATAN SOOKO MOJOKERTO**

**Putri Sulistyaningtyas<sup>1)</sup>, Erna Tri Asmorowati<sup>1)</sup>, Diah Sarasanty<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Islam  
Majapahit, Jl. Raya Jabon KM 07, Mojokerto 60111 Jawa Timur  
E-mail: [ptyas54@gmail.com](mailto:ptyas54@gmail.com)

### **Abstrak**

Pertumbuhan penduduk membawa pengaruh semakin bertambahnya penggunaan lahan sehingga berdampak pada berkurangnya daerah resapan air sehingga memicu terjadinya banjir. Sistem drainase saat ini yang digunakan adalah sistem drainase konvensional dimana memiliki prinsip kerja hanya mengalirkan limpasan ke sungai. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui jumlah limpasan yang mampu direduksi dengan lubang resapan biopori untuk desa Tempuran Kecamatan Sooko Mojokerto. Penelitian ini menganalisis debit rencana, debit limpasan kondisi eksisting, debit lubang resapan biopori, jumlah lubang biopori dan penempatan lokasi lubang biopori. Pengumpulan data diperoleh dari survei dan pengamatan serta data curah hujan dari Dinas Pengairan Kabupaten Jombang. Metode perhitungan debit limpasan dengan menggunakan metode rasional berdasarkan curah hujan tahun 2010-2019. Hasil dari analisa didapat debit rencana sebesar 8,77 m<sup>3</sup>/det, analisa debit limpasan eksisting sebesar 1,87 m<sup>3</sup>/det, analisa debit lubang resapan biopori sebesar 243,28 cm<sup>3</sup>/jam, jumlah lubang resapan biopori yang diperlukan sebanyak 2566 lubang dimana titik lokasi lubang biopori berada di halaman, sekeliling pohon, masjid, sekolah dan kantor. Penerapan lubang resapan biopori ini dapat mengurangi limpasan sebesar 47,77% dengan laju infiltrasi rata-rata sebesar 77,48 cm/jam.

**Kata kunci** : banjir, drainase, infiltrasi, limpasan, lubang resapan biopori

### **Abstract**

*Population growth has the effect of increasing land use, resulting in reduced water catchment areas that trigger flooding . The current drainage system used is a conventional drainage system that has the working principle of only flowing runoff into the river. The purpose of this study is to find out the amount of runoff that can be reduced by porous infiltration holes for Tempuran Village, Sooko Mojokerto Subdistrict. This study analyzed discharge plans, discharge runoff of existing conditions, discharge of porous infiltration holes, number of porous holes, and placement of porous hole locations. Data collection was obtained from surveys and observations as well as rainfall data from the Jombang District Water Service. The method of calculating runoff discharge using the rational method based on rainfall in 2010-2019. The results of the analysis obtained a planned discharge of 8.77 m<sup>3</sup>/det, analysis of existing runoff discharge of 1.87 m<sup>3</sup>/sec, porous infiltration hole discharge analysis of 243.28 cm<sup>3</sup>/h, number of porous infiltration holes required as many as 2566 holes where the location point of the porous hole is in the yard, around trees, mosques, schools, and offices. The application of porous infiltration holes can reduce runoff by 47.77 % with an average infiltration rate of 77.48 cm /h.*

*Keywords: flooding, drainage, infiltration, runoff, porous infiltration holes*

## PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk di Indonesia sangatlah pesat seiring berjalannya waktu. Hal ini selaras dengan semakin bertambahnya pembangunan wilayah pemukiman di perkotaan beberapa tahun terakhir ini. Luas pemukiman yang semakin bertambah serta penggunaan lahan yang semakin meningkat, menyebabkan luas lahan semakin sedikit dan menyempit. Fenomena ini berdampak pada menurunnya daerah resapan air sehingga dapat menimbulkan genangan akibat air hujan dan akhirnya menyebabkan banjir. (Elsie dkk, 2017)

Desa Tempuran adalah salah satu desa yang berada di Kecamatan Sooko Kabupaten Mojokerto, yang memiliki dua dusun yaitu Dusun Tempuran dan Dusun Bekucuk. Jumlah penduduk di wilayah Desa Tempuran terus meningkat dengan pesat sehingga penggunaan lahan juga akan meningkat. Hal ini banyak menimbulkan permasalahan di Desa Tempuran seperti terjadinya banjir. Salah satu yang menyebabkan terjadinya banjir besar yang terjadi setiap tahun di Desa Tempuran adalah meluapnya Sungai Avur Jombok dan Sungai Watudakon serta banyaknya tumpukan sampah yang menyebabkan aliran air tidak berjalan dengan baik.

Salah satu dampak yang ditimbulkan akibat berkurangnya area resapan air adalah ketika hujan turun maka air infiltrasi tanah atau daya resap tanah akan berkurang lalu terbentuklah air limpasan. Daerah yang memiliki area resapan air yang buruk menyebabkan laju infiltrasi tanah berkurang sehingga menimbulkan genangan air bahkan terjadinya banjir (Rohyanti dkk, 2015).

Sistem drainase saat ini yang digunakan umumnya adalah sistem drainase konvensional yang mengalirkan limpasan ke sungai. Apabila limpasan air hujan bertambah tinggi maka akan menyebabkan meluapnya sungai. Drainase ramah lingkungan diperlukan sebagai pengendali limpasan yang langsung

menyerap ke tanah dimana mampu menjadi konservasi air sehingga dapat menjaga kualitas air tanah. (Sarbidi, 2013).

Penerapan drainase ramah lingkungan dapat dilakukan dengan menggunakan lubang resapan biopori. Lubang resapan biopori memiliki prinsip kerja dimana limpasan air hujan harus mampu meresapkan pada saat itu juga ke tanah tanpa menambahkan debit air ke sungai (Lestari, 2018). Hasil penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa penerapan lubang resapan biopori dapat menaikkan kemampuan resap tanah sehingga mengurangi limpasan dan genangan (Ichsan and Hulalata, 2018). Lubang resapan biopori merupakan suatu lubang dengan diameter 10-30cm sedalam 80cm-100cm yang difungsikan sebagai tempat penampungan air hujan untuk kemudian diresapkan ke dalam tanah. Biopori mampu mereduksi genangan air dan menjadi cadangan air tanah di dalamnya (Brata dan Nelistya, 2008). Lubang resapan biopori dinilai menjadi salah satu alternatif dalam mengurangi limpasan serta mampu menjadi konservasi air di desa Tempuran Sooko Mojokerto

## Drainase

Drainase bertujuan untuk mereduksi air limpasan baik dari air hujan maupun dari aktivitas irigasi lainnya yang mengubah tata guna lahan (Suripin, 2004)

Sistem drainase dibuat agar mampu mereduksi kelebihan air di suatu tempat sehingga tata guna lahan kembali berjalan dengan baik. Sistem drainase terdiri dari saluran sekunder, saluran primer dan tubuh bangunan. Drainase juga memiliki bangunan lain seperti sipon, jembatan air, gorong-gorong, pintu air, bangunan pelimpah. Sistem penyedia sistem drainase terdiri dari empat macam. Sistem drainase utama adalah sistem drainase yang melayani masyarakat yang ada di wilayah tersebut, Sistem drainase terpisah adalah sistem drainase yang terpisah antara air

limpasan dan saluran pembuang. Sistem drainase lokal adalah sistem drainase yang digunakan minoritas warga. Sistem drainase gabungan adalah gabungan dari system drainase yang mempunyai saluran sejenis antara limpasan dan pembuang (Suripin,2004).

### Limpasan

Limpasan adalah sekumpulan aliran permukaan, aliran yang mengendap dan aliran dibawah permukaan. Limpasan sangat krusial dalam perencanaan drainase, dan pengendalian banjir (Suripin,2004).

### Metode Rasional

Metode rasional adalah suatu metode yang digunakan untuk memperkirakan debit puncak akibat suatu hujan terhadap sungai dimana indikatornya adalah durasi hujan melebihi waktu konsentrasi. Metode Rasional menggunakan Persamaan (1) untuk menghitung debit puncak :

$$Q_p = 0,2778 \times C \times I \times A \quad (1)$$

dimana :

- C = Koefisien Pengaliran
- I = Intensitas Hujan
- A = Luas Area

### Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas hujan bisa menggunakan metode Monobe. yang digunakan pada keadaan hujan dengan durasi relatif pendek. Apabila data hujan (hujan jam-jam an) tidak ada maka bisa menggunakan metode Monobe (Fitri, 2015). Perhitungan intensitas hujan dapat dianalisis dengan persamaan (2):

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{T_c}\right)^{2/3} \quad (2)$$

dimana :

- I = Intensitas Hujan (mm/jam)
- R<sub>24</sub> = Curah hujan maksimum
- T<sub>c</sub> = Waktu Konsentrasi

### Hujan Rancangan

Debit rancangan merupakan debit terbesar tahunan dengan kemungkinan tertentu atau kemungkinan terjadi dalam periode ulang tertentu. Analisis debit rancangan bisa dilakukan dengan beberapa metode seperti Metode Gumbel, Log Pearson III dan Metode Normal. Metode Gumbel menggunakan persamaan (3):

$$X_r = \bar{X} + \frac{S_d}{S_n} (Y_T - Y_n) \quad (3)$$

dimana :

- X<sub>T</sub> = Nilai hujan rancangan
- S<sub>d</sub> = Simpangan baku
- Y<sub>T</sub> = Nilai reduksi variat
- Y<sub>n</sub> = Nilai rata-rata reduksi variat
- S<sub>n</sub> = Deviasi standart

Metode Log Pearson III memiliki tiga parameter penting yaitu harga rata-rata, simpangan baku dan koefisien kemencengan. Metode Log Pearson III dengan persamaan (4) dan persamaan (5) :

$$Y = \bar{X} + K.s \quad (4)$$

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + Kd \quad (5)$$

dimana :

- Y = Log (X<sub>t</sub>) Nilai curah hujan
- Y = Log (X<sub>t</sub>) Nilai curah hujan
- X = Data curah hujan
- $\bar{X}$  = nilai curah hujan rata-rata
- K = Karakteristik ditribusi log pearson III
- S<sub>d</sub> = Standar Deviasi

Metode Normal merupakan suatu metode untuk menghitung hujan rencana dimana distribusi normal dihitung juga sebagai distribusi Gauss ( persamaan (6) )

$$X_T = \bar{X} + Kt. S_d \quad (6)$$

dimana :

- X<sub>t</sub> = besarnya curah hujan
- $\bar{X}$  = curah hujan rata-rata
- S<sub>d</sub> = Standar deviasi
- K<sub>t</sub> = Standar variabel

## Laju Infiltrasi Tanah

Pengukuran laju infiltrasi bisa dilakukan dengan metode Horton. Laju infiltrasi bisa diukur menggunakan alat ring infiltrometer. Metode Horton digunakan karena metode tersebut dimulai dengan nilai baku  $f_0$  lalu menurun sampai titik konstan. laju infiltrasi dapat dianalisis dengan Persamaan (7) dalam metode kurva Horton t :

$$f(t) = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt} \quad (7)$$

dimana :

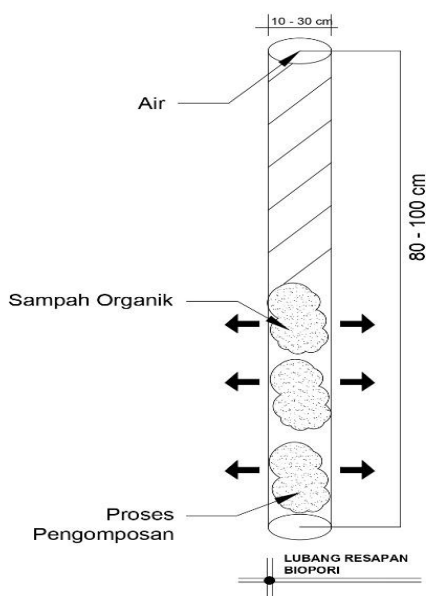
K = reduksi nilai konstan terhadap dimensi

$f_0$  = kapasitas laju aliran awal

$f_c$  = laju aliran konstan berdasarkan tipe tanah

## Lubang Resapan Biopori

Biopori adalah lubang yang terbentuk akibat aktivitas mikroorganisme dalam tanah. Lubang mengandung udara dan menjadi tempat mengalirnya air, (Griya,2008). Teknologi biopori menggunakan fauna tanah seperti cacing dan rayap untuk membuat pori alami di dalam tanah dengan bantuan sampah organik, (Ulya,2015). Lubang resapan Biopori dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Lubang Resapan Biopori

Kawasan perumahan yang kurang meresapkan air, dapat menerapkan teknologi lubang resapan biopori ini. Perhitungan debit menggunakan persamaan (8) :

$$Q_{LRB} = \text{Laju Infiltrasi} \times \text{Selimut Biopori} \quad (8)$$

Persamaan (9) digunakan untuk menganalisis nilai reduksi akibat biopori: :

$$\% \text{ Reduksi} = \frac{Q_{biopori}}{Q_{hujan}} \times 100\% \quad (9)$$

Jumlah lubang resapan biopori (LRB) yang perlu dibuat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (10)

$$\text{Jumlah}_{LRB} = \frac{I \times A}{V} \quad (10)$$

dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas area terbuka (m<sup>2</sup>)

V = laju infiltrasi (cm/jam)

Jarak lubang resapan biopori dianalisa menggunakan persamaan (11) :

$$\text{Jarak}_{LRB} = \frac{\text{Luas Kawasan}}{\text{Jumlah Lubang}} \quad (11)$$

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Tempuran Kecamatan Sooko Mojokerto dimana Desa Tempuran. Jenis tanah pada lokasi penelitian merupakan tanah alluvial dimana jenis tanah alluvial memiliki karakteristik kandungan mineral yang banyak serta sifatnya mudah meresapkan air.

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder, yaitu observasi serta pengukuran langsung kondisi eksisting di lapangan. serta Data Curah Hujan dari Dinas Pengairan Kabupaten Jombok dengan Stasiun Pengamatan Hujan Jombok. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2:



Gambar 2. Lokasi Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Curah Hujan

Penelitian ini menggunakan data curah hujan pada stasiun penakar hujan Jombok Kesamben yang masih berada di Daerah Aliran Sungai watudakon (Tabel 1).

**Tabel 1.** Curah Hujan Harian Maksimum

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)
1	2010	407
2	2011	384
3	2012	508
4	2013	215
5	2014	352
6	2015	554
7	2016	564
8	2017	350
9	2018	346
10	2019	515

Penelitian ini menggunakan data curah hujan maksimum tahun 2016 yaitu sebesar 564 mm.

### Analisa Frekuensi Curah Hujan

Analisa Frekuensi curah hujan dilakukan untuk mengetahui terjadinya hujan dalam debit atau curah hujan rencana pada periode ulang tertentu

Parameter statistik yang digunakan:

1. Nilai rata-rata ( Mean )

$$\hat{R} = \frac{\sum Ri}{n} = \frac{4205}{10} = 420.5$$

2. Standar Deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Ri - \hat{R})^2}{n-1}} = 113.88$$

3. Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{Sd}{R} = 0,271$$

4. Koefisien Kemencengan

$$Cs = \frac{n \sum (Ri - \hat{R})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} = 0,011$$

5. Koefisien Ketajaman

$$Ck = \frac{n \sum (Ri - \hat{R})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} = 0,000012$$

### Analisa Hujan Rancangan

#### Metode Gumbel

Diketahui nilai data pada Metode Gumbel:

$$N = 10$$

$$R = 420,5 \text{ mm}$$

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

Perhitungan Standart Deviasi Metode Gumbel

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Ri - \hat{R})^2}{n-1}} = 113,88$$

#### Metode Distribusi Normal

nilai Standar Deviasi :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Ri - \hat{R})^2}{n-1}} = 113,88$$

#### Metode Log Pearson III

1. Perhitungan Nilai Rata-Rata

$$\text{Log}\hat{R}_i = \sum \text{Log}Ri = \frac{26,06}{10} = 2,606$$

2. Perhitungan Standar Deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log}Ri - \text{Log}\hat{R})^2}{n-1}} = 0,130$$

3. Perhitungan Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{Sd}{\text{Log}Ri} = \frac{0,130}{2,606} = 0,050$$

4. Koefisien Kemencengan

$$Cs = \frac{n \sum (\text{Log}Ri - \text{Log}\hat{R})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} = 0,823$$

Metode yang paling sesuai untuk analisa frekuensi curah hujan adalah Metode Log Pearson III karena pada metode Log Pearson III lebih fleksibel mengenai nilai kemencengan serta nilai kemiringannya sehingga dapat diterima.

### Analisa Curah Hujan Periode Ulang

Perhitungan menggunakan Log

Jumlah data = 10

Nilai Mean = 2,606

Nilai Sd = 0,130

Nilai Cs = 0,823

Hujan rencana periode ulang 5 tahunan dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} X5 &= X + K \cdot Sd \\ &= 2,606 + 0,780 \times 0,130 \\ &= 2,707 \end{aligned}$$

anti log x5 = 509,33 mm

Nilai Curah Hujan pada periode ulang waktu 5 tahun sebesar 509,33 mm/jam.

### Analisa Debit Rencana

#### Koefisien Pengaliran

Perhitungan koefisien pengaliran (Tabel 2) disesuaikan dengan tata guna lahan serta daerah tangkapan air hujan. daerah tangkapan air hujan serta penggunaan tata guna lahan di Desa Tempuran maka didapat nilai Koefisien Pengaliran (C):

**Tabel 2.** Koefisien Pengaliran

Rumput	Koefisien Rembesan			Cgab
	Aspal	Beton	Kampung	
0,13	0,90	0,90	0,20	0,370
0,13	0,90	0,90	0,20	0,248
0,13	0,90	0,90	0,20	0,416
0,13	0,90	0,90	0,20	0,337
0,13	0,90	0,90	0,20	0,130
0,13	0,90	0,90	0,20	0,146
0,13	0,90	0,90	0,20	0,130

#### Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi merupakan waktu yang ditentukan oleh hilir saluran dan dibutuhkan untuk mengalirkan air dari titik terjauh yang dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Waktu Konsentrasi

Tc Menit	Kecepatan Saluran	Panjang saluran	Zona
26,9	2,13	456 m	A
65	3,81	1432m	B
67,6	1,68	1508 m	C

### Intensitas Hujan

Nilai intensitas hujan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan Metode Monobe. Metode Monobe juga digunakan untuk mengetahui debit rencana pada periode ulang 5 tahun. Tabel Intensitas hujan dan Debit rencana dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5

**Tabel 4.** Intensitas Hujan

Saluran	Tc	I
Saluran	(menit)	(mm/jam)
Zona A	26,9	304,72
Zona B	65	169,67
Zona C	67,6	164,67

### Debit Rencana

**Tabel 5.** Debit Rencana

Zona	Cgab	I	A	Q
		(mm/jam)	(km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /det)
A	0,370	304,72	0,118	3,69
B	0,248	169,67	0,1589	2,21
C	0,416	164,67	0,0805	1,56

### Analisa Kondisi Eksisting Daerah Studi

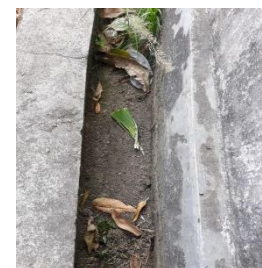
Zona A, B dan C yang dibahas pada studi ini dapat dilihat pada Gambar 5, 6 dan 7



Gambar 5. Zona A



Gambar 6. Zona B



Gambar 7. Zona C

### Perhitungan Debit Saluran

Data yang dibutuhkan untuk menghitung debit saluran meliputi Luas penampang (A), Keliling Basah(P), Jari jari hidrolis (R) ,

**Kecepatan Aliran dan Debit Saluran (Q)**

Perbandingan antara debit rencana dan debit eksisting dapat dilihat pada Tabel 6

**Tabel 6.** Perbandingan Q rencana dan Q eksisting

Zona	Qeks (m <sup>3</sup> /det)	Qrencana ( 5 Tahun ) (m <sup>3</sup> /det)	Qeksisting < Qrencana
A	0,25	3,69	Tidak Aman
B	0,61	2,21	Tidak Aman
C	0,037	1,56	Tidak Aman

**Analisa Debit Lubang Resapan Biopori**

**Laju Infiltrasi**

Laju infiltrasi dapat dilakukan dengan menggunakan alat *double ring infiltrometer* (Gambar 8) yang bertujuan untuk mengetahui kapasitas infiltrasi yang kemudian dari nilai tersebut didapat parameter infiltrasi. Lubang resapan biopori A,B dan C dapat dilihat pada Gambar 9, 10 dan 11



Gambar 8. *Double Ring Infiltrrometer*



Gambar 9.LRB A



Gambar 10.LRB B



Gambar 11.LRB C

Hasil perhitungan nilai laju infiltrasi dapat dilihat pada Tabel 7

**Tabel 7.** Perbandingan Laju Infiltrasi

Lokasi Titik	Laju Infiltrasi	
	Tanpa Lubang Biopori	Dengan Lubang Biopori
Titik A	12 cm/jam	77,80 cm/jam
Titik B	12 cm/jam	77,64 cm/jam
Titik C	12 cm/jam	77,0 cm/jam
Rata Rata	12 cm/jam	77,48 cm/jam

**Analisa Debit Lubang Resapan Biopori**

Nilai laju infiltrasi yang didapatkan sebesar 77,48 cm/jam, maka untuk merencanakan satu buah lubang resapan biopori dengan tinggi 100 cm dan diameter 10 cm dengan menggunakan persamaan (8) dan persamaan (9) maka nilai debit lubang resapan biopori sebesar 243,287 cm<sup>3</sup>/jam. Dengan nilai reduksi limpasan sebesar 47,77 % .

**Analisa Jumlah Lubang Resapan Biopori**

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan (10) untuk menentukan jumlah lubang resapan biopori pada daerah studi sebanyak 2566 buah. Dengan jarak antar lubang resapan biopori pada zona A 1,02 meter, zona B 1,88 meter dan zona C 1,84 meter.

**Analisa Lokasi Lubang Resapan Biopori**

Lokasi penempatan lubang resapan biopori meliputi; Pada penempatan zona A banyak diterapkan lubang resapan biopori pada area halaman rumah, sekeliling pohon, dan masjid, Untuk Zona B banyak diterapkan di halaman rumah, sekeliling pohon, masjid, sekolah serta adanya kantor Kepala Desa dan untuk zona C diterapkan pada halaman rumah dan sekeliling pohon.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

- a. Nilai Debit Rencana untuk periode ulang 5 tahun sebesar 509,33 m<sup>3</sup>/det .
- b. Lubang Resapan Biopori meningkatkan nilai Laju Infiltrasi dari 12 cm/jam menjadi 77,48 cm/jam
- c. Jumlah debit yang dapat diresapkan secara maksimal menggunakan Lubang Resapan Biopori sebesar 243,287 cm<sup>3</sup>/jam dengan nilai limpasan yang mampu direduksi sebesar 47,77 %.
- d. Jumlah Lubang Resapan Biopori yang direncanakan dibagi menjadi tiga zona yaitu: Zona A sebanyak 416 buah dengan jarak tiap lubang 1,02 meter , Zona B sebanyak 1985 buah dengan jarak tiap lubang 1,84 meter dan Zona C sebanyak 166 buah dengan jarak 1,88 meter

## SARAN

- a. Lubang Resapan Biopori masih belum mampu untuk menghilangkan limpasan hingga nol karena minimnya area yang bisa dibuat Lubang Resapan Biopori.
- b. Menambah dimensi saluran sehingga kapasitas menampung limpasan lebih besar lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

Brata, R. & A. Nelistya. 2008. Lubang Resapan Biopori. Jakarta. Penebar Swadaya

Elsie, E. *Et Al.* (2017) 'Pembuatan Lubang Resapan Biopori Sebagai Alternatif Penanggulangan Banjir Di Kelurahan Maharatu Kecamatan Marpoyan Damai Pekanbaru', *Jurnal Pengabdian Untukmu Negeri*, 1(2), Pp. 93–97. Doi: 10.37859/Jpumri.V1i2.242

Fitri, A. (2015)'Perencanaan Penerapan Konsep Zero RunOff Dan Agroforestri Berdasarkan Kajian Debit Sungai Di Sub DAS Belik , Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta', 26(3), Pp. 192–207.

Griya. (2008). Mengenal dan Memanfaatkan LubangBiopori.[Internet].<https://borbiopori.wordpress.com/about/>

Ichsan, I. And Hulalata, Z. S. (2018) 'Analisa Penerapan Resapan Biopori Pada Kawasan Rawan Banjir Di Kecamatan Telaga Biru', *Gorontalo Journal Of Infrastructure And Science Engineering*, 1(1), P.33. Doi:10.32662/Gojise.V1i1.139.

Lestari, E. 2018 'Penerapan Konsep Zero Runoff Dalam Mengurangi Volume Limpasan Permukaan ( Perumahan Puri Bali , Depok)'.  
'

Rohyanti, S., Ridwan, I. And Nurlina (2015) ' Analisis Limpasan Permukaan Dan Pemaksimalan Resapan Air Hujan Di Daerah Tangkapan Air (Dta) Sungai Besar Kota Banjarbaru Untuk Pencegahan Banjir', *Jurnal Fisika FLUX*, 12(2), Pp. 128– 139.

Sarbidi (2013) 'Aplikasi Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Zero Run Off Pada Kawasan Permukiman Application Of The Zero Run Off Sustainable Drainage System For The Human Settlement', *Jurnal Teknik Sipil*, Pp. 128–135.

Suripin.2004.*Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDIOffset:Yogyakarta

Ulya, A. U., Sutrisno, E. And Wardhana, I. W. (2015) 'Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan ( Ekodrainase ) Di Kelurahan Sekaran Kecamatan Gunungpati Kota Semarang', *Teknik Lingkungan*, 4(1), Pp. 1–6.